



В.Г. Уласовец

**МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ЛЕСОПИЛЕНИЯ**

Екатеринбург
2013

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра механической обработки древесины

В.Г. Уласовец

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЛЕСОПИЛЕНИЯ

Методические указания
к проведению расчетно-исследовательских работ
для магистерской подготовки
по направлению 250400 «Технология лесозаготовительных
и деревоперерабатывающих производств»

Екатеринбург
2013

Печатаются по рекомендации методической комиссии ФМТД.
Протокол № 6 от 29 июня 2011 г.

Проектирование современных технологических процессов и оборудования в лесопилении должно основываться на новейших научных исследованиях с выходом результатов на практические разработки.

Целью настоящих методических указаний является помощь обучающимся в проведении расчетно-исследовательских работ по установлению закономерностей изменения размерных и объемных показателей пилопродукции при ее изготовлении различными способами раскрытия пиловочного сырья и в овладении навыками расчетов и анализа полученных результатов при оценке эффективности технических, технологических и организационных мероприятий, внедряемых в производство, позволяющих обоснованно задавать необходимые параметры (характеристики) новых разрабатываемых технологических процессов и проектируемого оборудования.

Настоящие материалы предназначены для обучающихся на факультете механической технологии древесины по программе магистерской подготовки направления 250400 "Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств" по дисциплине "Методология проектирования технологических процессов лесопиления".

Квалификация специалиста – магистр лесного дела.

Рецензент: зав. кафедрой МОД, к.т.н., доцент, Чернышев О.Н.

Редактор Р.В. Сайгина
Компьютерная верстка В.Г. Уласовец

Подписано в печать 20.09.13.	Поз. 76
Плоская печать	Формат 60 x 84 1/16 Тираж 50 экз.
Заказ №	Печ. л. 1,86 Цена руб. коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

Введение

Совершенствование технологических процессов в лесопилении является актуальной научно-технической проблемой, связывающей теорию раскря пиловочного сырья с бережным использованием лесных ресурсов государства.

Современная теория раскря пиловочного сырья на пиломатериалы позволяет успешно решать многие практические задачи, однако, в ней отсутствуют решения, связанные с теоретическим обоснованием отдельных способов раскря.

Широкое использование в лесопилении ленточнопильных и круглопильных станков выявило необходимость разработки отсутствующего теоретического обоснования для способа раскря бревен параллельно их образующей, установлению аналитических зависимостей для вычисления оптимальных размеров выпиливаемых при этом пиломатериалов, составлению и расчету оптимальных поставов и разработки на их основе рациональных схем раскря.

Необходимость проведения объективной оценки рациональности схем и способов раскря пиловочника требует уточнения существующего в европейских и отечественных стандартах метода расчета средней ширины необрезных пиломатериалов при поштучном способе их учета.

Основное количество пиловочных бревен по форме ствола приближается к усеченному параболоиду или к усеченному конусу. В зависимости от способа раскря пиловочника, формы боковой образующей бревен, их коэффициентов сбега, местоположения досок в поставе выпиливаемые необрезные пиломатериалы будут иметь различную форму боковой поверхности, различный сбеги и объем.

Исследованию вышеописанных вопросов посвящены настоящие методические указания к проведению расчетно-исследовательских работ.

Исследование способов раскря пиловочника, их анализ и выявление возможных преимуществ должно при практическом использовании определять основные параметры и схемы технологических процессов и набора технологического и транспортного оборудования, а также устанавливать производительность и мощность, объемный выход пилопродукции и баланс раскря пиловочного сырья.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Проведение объективной оценки рациональности схем и способов раскроя пиловочника требует уточнения существующего в европейских и отечественных стандартах метода расчета средней ширины необрезных пиломатериалов при поштучном способе их учета.

Схемы к расчету средней ширины необрезных досок, выпиленных из бревен двумя способами: параллельно продольной оси (первый способ, рис. 1) и параллельно образующей (второй способ, рис. 2.) представлены ниже.

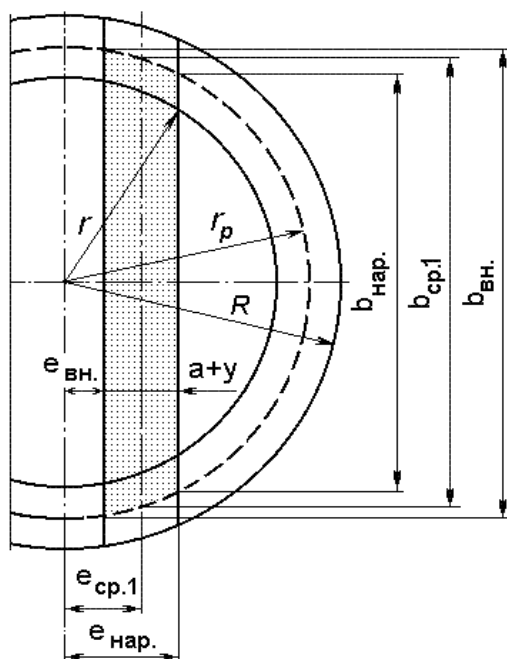


Рис. 1. Схема замеров для определения средней ширины необрезной доски в первом способе распиловки бревна

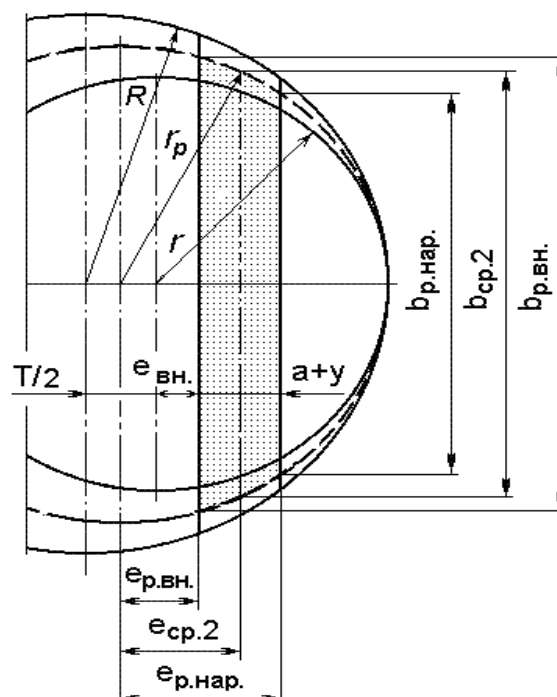


Рис. 2. Схема замеров для определения средней ширины необрезной доски во втором способе распиловки бревна

Поясним обозначения, принятые на рис. 1.

$e_{вн}$ - расстояние от центра вершинного торца бревна до внутренней пласти выпиленной доски;

$e_{нар}$ - расстояние от центра вершинного торца бревна до наружной пласти выпиленной доски;

$e_{ср.1}$ - расстояние от центра вершинного торца бревна до середины толщины выпиленной доски;

r , R - радиус бревна в вершине и, соответственно, в комле;

r_p - расчетный радиус бревна на середине его длины;

- если бревно имеет форму усеченного параболоида [1]

$$r_{p.n} = r\sqrt{0,5(K^2 + 1)}, \quad (1)$$

где K - коэффициент сбега бревна. $K = R/r$,

- если бревно имеет форму усеченного конуса

$$r_{p.k} = 0,5r(K + 1), \quad (2)$$

$b_{вн}$ и $b_{нар.}$ - ширина внутренней и соответственно наружной пласти, измеренные на середине длины доски, которые при аналитических расчетах вычисляют по следующим формулам:

$$b_{вн.} = 2\sqrt{r_p^2 - e_{вн}^2}, \quad (3)$$

$$b_{нар.} = 2\sqrt{r_p^2 - e_{нар}^2}, \quad (4)$$

$b_{ср.1}$ - средняя ширина необрезной доски (на середине длины и на середине толщины)

$$b_{ср.1} = 2\sqrt{r_p^2 - e_{ср.1}^2}. \quad (5)$$

Поясним обозначения, принятые на рис. 2.

R - радиус бревна в комле; $R = rK$.

$e_{вн.}$ - расстояние от центра вершинного торца бревна до внутренней пласти выпиливаемой доски;

$e_{р.вн.}$ - расстояние от центра расчетного диаметра бревна до внутренней пласти выпиливаемой доски;

$e_{р.нар.}$ - расстояние от центра расчетного диаметра бревна до наружной пласти выпиливаемой доски;

$e_{ср.2}$ - расстояние от центра расчетного диаметра бревна до середины толщины выпиливаемой доски;

$b_{р.вн.}$ и $b_{р.нар.}$ - ширина внутренней и соответственно наружной пласти, измеренные на середине длины доски, которые при аналитических расчетах вычисляют по следующим формулам:

$$b_{р.вн.} = 2\sqrt{r_p^2 - e_{р.вн.}^2}, \quad (6)$$

$$b_{р.нар.} = 2\sqrt{r_p^2 - e_{р.нар.}^2}, \quad (7)$$

$b_{ср.2}$ - средняя ширина необрезной доски (на середине длины и на середине толщины)

$$b_{ср.2} = 2\sqrt{r_p^2 - e_{ср.2}^2}. \quad (8)$$

$T/2 = r(K - 1)$ - величина смещения геометрического центра комлевого торца бревна относительно центра вершинного торца.

$(a + y_a)/d = N$ - величина отношения толщины доски (с припуском на ее усушку по толщине) к диаметру бревна в вершине. Откуда $a + y_a = dN$.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СПОСОБОВ РАСКРОЯ БРЕВЕН НА РАЗМЕРНЫЕ И ОБЪЕМНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВЫПИЛИВАЕМЫХ ДОСОК

Порядок выполнения работы

По цифрам пятизначного номера зачетной книжки составить таблицу (табл. 1) индивидуального контрольного задания, пользуясь данными табл. 2. **Например**, если номер Вашей зачетной книжки **10769**, то задание будет следующим:

Таблица 1 - Данные к индивидуальному контрольному заданию

Порядковый номер цифр в зачетной книжке	Номер варианта задания	Показатели в задании	Параметр показателя
1	1	Диаметр бревна в вершине, d , см	16
2	0	Расстояние от центра вершинного торца бревна до внутренней пласти выпиливаемой доски, $e_{вн}$, мм	$e_{вн} = nd = 0,05 d$
3	7	Номинальная толщина доски, a , мм	$a < d (0,5 - n)$
4	6	Влажность выпиливаемых пиломатериалов, W , %	15
5	9	Коэффициент сбега бревна, K	1,15
1	1	Длина бревна, L , м	4,0
2			

1. Для способа распиловки параллельно продольной оси бревен с формой ствола **усеченный параболоид** вычисляют [2, 3, 4]

- ширину внутренней пласти выпиливаемой необрезной доски на расчетном диаметре бревна

$$b_{вн.п} = 2r \sqrt{0,5(K^2 + 1) - \left(\frac{e_{вн}}{r}\right)^2}; \quad (9)$$

- ширину наружной пласти выпиливаемой необрезной доски на расчетном диаметре бревна

$$b_{нар.п} = 2r \sqrt{0,5(K^2 + 1) - \left(\frac{e_{вн}}{r} + 2N\right)^2}; \quad (10)$$

[illegible]

- среднюю ширину выпиливаемой необрезной доски

$$b_{ср.1n} = 2r \sqrt{0,5(K^2 + 1) - \left(\frac{e_{вн}}{r} + N \right)^2} . \quad (11)$$

Для способа распиловки параллельно продольной оси бревен с формой ствола **усеченный конус** вычисляют

- ширину внутренней пласти выпиливаемой необрезной доски на расчетном диаметре бревна

$$b_{вн.к} = 2r \sqrt{0,25(K + 1)^2 - \left(\frac{e_{вн}}{r} \right)^2} ; \quad (12)$$

- ширину наружной пласти выпиливаемой необрезной доски на расчетном диаметре бревна;

$$b_{нар.к} = 2r \sqrt{0,25(K + 1)^2 - \left(\frac{e_{вн}}{r} + 2N \right)^2} ; \quad (13)$$

- среднюю ширину выпиливаемой необрезной доски

$$b_{ср.1к} = 2r \sqrt{0,25(K + 1)^2 - \left(\frac{e_{вн}}{r} + N \right)^2} . \quad (14)$$

Сравнить между собой и проанализировать результаты расчетов соответствующих величин (внутренних и наружных пластей, а также средних ширин необрезных досок), выпиленных из бревен с формой ствола усеченный параболоид и усеченный конус.

Из анализа сравниваемых данных сделать **выводы** о влиянии формы образующей бревна (усеченный параболоид, усеченный конус) на исследуемую величину в данном способе раскроя.

Для способа распиловки параллельно образующей бревен с формой ствола **усеченный параболоид** вычисляют [5]

- ширину внутренней пласти выпиливаемой необрезной доски на расчетном диаметре бревна

$$b_{р.вн.п} = 2r \sqrt{0,5(K^2 + 1) - \left\{ \frac{e_{вн.}}{r} + \left[\sqrt{0,5(K^2 + 1)} - 1 \right] \right\}^2} ; \quad (15)$$

- ширину наружной пласти выпиливаемой необрезной доски на расчетном диаметре бревна

$$b_{р.нар.п} = 2r \sqrt{0,5(K^2 + 1) - \left\{ \left(\frac{e_{вн.}}{r} + 2N \right) + \left[\sqrt{0,5(K^2 + 1)} - 1 \right] \right\}^2} ; \quad (16)$$

- среднюю ширину выпиливаемой необрезной доски

$$b_{\text{ср.2.п}} = 2r \sqrt{0,5(K^2 + 1) - \left\{ \left(\frac{e_{\text{вн.}}}{r} + N \right) + \left[\sqrt{0,5(K^2 + 1)} - 1 \right] \right\}^2}. \quad (17)$$

Для способа распиловки параллельно образующей бревен с формой ствола **усеченный конус** вычисляют

- ширину внутренней пласти выпиливаемой необрезной доски на расчетном диаметре бревна

$$b_{\text{р.вн.к}} = 2r \sqrt{0,25(K + 1)^2 - \left\{ \frac{e_{\text{вн.}}}{r} + [0,5(K - 1)] \right\}^2}, \quad (18)$$

- ширину наружной пласти выпиливаемой необрезной доски на расчетном диаметре бревна;

$$b_{\text{р.нар.к}} = 2r \sqrt{0,25(K + 1)^2 - \left\{ \left(\frac{e_{\text{вн.}}}{r} + 2N \right) + [0,5(K - 1)] \right\}^2}. \quad (19)$$

- среднюю ширину выпиливаемой необрезной доски

$$b_{\text{ср.2.к}} = 2r \sqrt{0,25(K + 1)^2 - \left\{ \left(\frac{e_{\text{вн.}}}{r} + N \right) + [0,5(K - 1)] \right\}^2}. \quad (20)$$

Сравнить между собой и проанализировать результаты расчетов соответствующих величин (внутренних и наружных пластей, а также средних ширин необрезных досок), выпиленных из бревен с формой ствола усеченный параболоид и усеченный конус.

Из анализа сравниваемых данных сделать **выводы** о влиянии формы образующей бревна (усеченный параболоид, усеченный конус) на исследуемую величину в данном способе раскря.

Из анализа сравниваемых данных по двум способам раскря сделать **выводы** о влиянии формы образующей бревна (усеченный параболоид, усеченный конус) на среднюю ширину необрезной доски и о существенности этого влияния на практическую деятельность предприятия.

2. Вычисление средней ширины выпиливаемых необрезных досок в соответствии с рекомендациями европейских и отечественных стандартов.

В соответствии с рекомендациями действующих отечественного (ОСТ 13 - 24 - 82. "Доски необрезные. Способы учета объема.") и европейского (EN 1312 : 1997. "Круглые и пиленные лесоматериалы. Определение объема партии пиломатериалов.") стандартов, объем необрезной доски рассчитывают по формуле

$$V_{\text{н.о.}} = ab_{\text{ср.п}}l, \quad (21)$$

где a - толщина доски;
 l - длина доски;
 $b_{\text{ср}}$ - средняя ширина доски.

При этом среднюю ширину необрезной доски $b_{\text{ср. рек.}}$ рекомендуют вычислять как среднюю арифметическую величину (т. е. полусумму) величин пропиленных пластей на середине ее длины по формуле

$$b_{\text{ср. рек.}} = \frac{b_{\text{вн.}} + b_{\text{нар.}}}{2}, \quad (22)$$

где $b_{\text{вн.}}$ и $b_{\text{нар.}}$ - ширина внутренней и соответственно наружной пласти, измеренные на середине длины доски

Для способа распиловки параллельно продольной оси бревен вычислить:

- среднюю (рекомендуемую) ширину необрезной доски, выпиленной из бревна с формой ствола усеченный параболоид

$$b_{\text{ср. рек. 1п.}} = \frac{b_{\text{вн.п.}} + b_{\text{нар.п.}}}{2}; \quad (23)$$

- среднюю (рекомендуемую) ширину необрезной доски, выпиленной из бревна с формой ствола усеченный конус

$$b_{\text{ср. рек. 1к.}} = \frac{b_{\text{вн.к.}} + b_{\text{нар.к.}}}{2}. \quad (24)$$

Сравнить и проанализировать результаты расчетов средних ширин необрезных досок, выпиленных из бревен с формой ствола усеченный параболоид и усеченный конус.

Из анализа полученных значений средних ширин необрезных досок сделать **выводы** о влиянии формы образующей бревна (усеченный параболоид, усеченный конус) на исследуемую величину.

Для способа распиловки параллельно образующей бревен [5] вычислить:

- среднюю (рекомендуемую) ширину необрезной доски, выпиленной из бревна с формой ствола усеченный параболоид

$$b_{\text{ср. рек. 2п.}} = \frac{b_{\text{р.вн.п.}} + b_{\text{р.нар.п.}}}{2}; \quad (25)$$

- среднюю (рекомендуемую) ширину необрезной доски, выпиленной из бревна с формой ствола усеченный конус

$$b_{\text{ср. рек. 2к.}} = \frac{b_{\text{р.вн.к.}} + b_{\text{р.нар.к.}}}{2}. \quad (26)$$

Сравнить и проанализировать результаты расчетов величин средних ширин необрезных досок, выпиленных из бревен с формой ствола усеченный параболоид и усеченный конус.

Из анализа полученных значений средних ширин необрезных досок сделать **выводы** о влиянии формы образующей бревна (усеченный параболоид, усеченный конус) на исследуемую величину.

Сделать общие выводы по обеим схемам раскроя бревен.

3. **Вычисление относительной разности между значениями средних ширин необрезных досок**, полученных расчетным способом (см. пункт 1) и вычисленных по рекомендациям отечественных и европейских стандартов (см. пункт 2).

Для необрезных досок, выпиленных в пределах вершинного торца бревна, провести оценку точности рекомендованного стандартами способа вычисления значений средних ширин.

Величину относительной разности значений средних ширин необрезных досок $P_{b.ср.}\%$, в %, вычисленных различными способами, рассчитаем по формуле

$$P_{b.ср.}\% = \frac{b_{ср.} - b_{ср.рек.}}{b_{ср.}} 100\% . \quad (27)$$

Для способа распиловки параллельно продольной оси бревен вычислить:

- величину относительной разности **расчетного значения** средней ширины необрезной доски, выпиленной из бревна с формой ствола **усеченный параболоид**, со значением этой величины, вычисленной по рекомендациям стандартов

$$P_{b_{ср.1н.}\%} = \frac{b_{ср.1н.} - b_{ср.рек.1н.}}{b_{ср.1н.}} 100\% ; \quad (28)$$

- величину относительной разности **расчетного значения** средней ширины необрезной доски, выпиленной из бревна с формой ствола **усеченный конус**, со значением этой величины, вычисленной по рекомендациям стандартов

$$P_{b_{ср.1к.}\%} = \frac{b_{ср.1к.} - b_{ср.рек.1к.}}{b_{ср.1к.}} 100\% . \quad (29)$$

Сравнить и проанализировать результаты расчетов относительной разности средней ширины необрезных досок, выпиленных из бревен с формой ствола усеченный параболоид и усеченный конус.

Из анализа полученных значений относительной разности сделать **выводы** о влиянии формы образующей бревна (усеченный параболоид, усеченный конус) на среднюю ширину необрезной доски.

Для способа распиловки параллельно образующей бревен вычислить:

- величину относительной разности **расчетного значения** средней ширины необрезной доски, выпиленной из бревна с формой ствола **усеченный параболоид**, со значением этой величины, вычисленной по рекомендациям стандартов

$$p_{b_{cp.2n.}\%} = \frac{b_{cp.2n.} - b_{cp.рек.2n.}}{b_{cp.2n.}} 100\% ; \quad (30)$$

- величину относительной разности **расчетного значения** средней ширины необрезной доски, выпиленной из бревна с формой ствола **усеченный конус**, со значением этой величины, вычисленной по рекомендациям стандартов

$$p_{b_{cp.2к.}\%} = \frac{b_{cp.2к.} - b_{cp.рек.2к.}}{b_{cp.2к.}} 100\% . \quad (31)$$

Сравнить и проанализировать результаты расчетов относительной разности средней ширины необрезных досок, выпиленных из бревен с формой ствола усеченный параболоид и усеченный конус.

Из анализа полученных значений относительной разности сделать **выводы** о влиянии формы образующей бревна (усеченный параболоид, усеченный конус) на среднюю ширину необрезной доски.

4. Сравнить полученные данные по вычислению величин относительной разности значений средних ширин необрезных досок и **сделать вывод о влиянии на них способов раскроя бревен** и формы бревна на среднюю ширину необрезной доски и о существенности этого влияния на практические результаты деятельности предприятия.

5. Расчет коэффициентов сбега необрезных досок, выпиленных из бревен с формой ствола усеченный параболоид.

По аналогии с коэффициентом сбега бревна K , коэффициент сбега необрезной доски $K_{д.}$, выпиливаемой способом раскроя параллельно продольной оси бревна (рис. 3) определим по следующей формуле:

$$K_{д.1} = \frac{B_{cp.1}}{b_{cp.1}} , \quad (32)$$

где $B_{cp.1}$ - ширина необрезной доски на середине толщины **в комле**;

$b_{ср.1}$ - ширина необрезной доски на середине толщины **в вершине**.

$$\text{или } K_{д.1} = \frac{\sqrt{K^2 - \left(\frac{e_{ср.в}}{r}\right)^2}}{\sqrt{1 - \left(\frac{e_{ср.в}}{r}\right)^2}}. \quad (33)$$

По формуле (33) построены графики (рис. 4) [2, 5] зависимости величины коэффициента сбега необрезных досок $K_{д.1}$, выпиленных **параллельно оси** бревна, от величины коэффициента сбега бревна (для значений $K = 1,05 \dots 1,5$) и величины отношения $e_{ср.в}/r$, т. е. от места расположения доски в поставе.

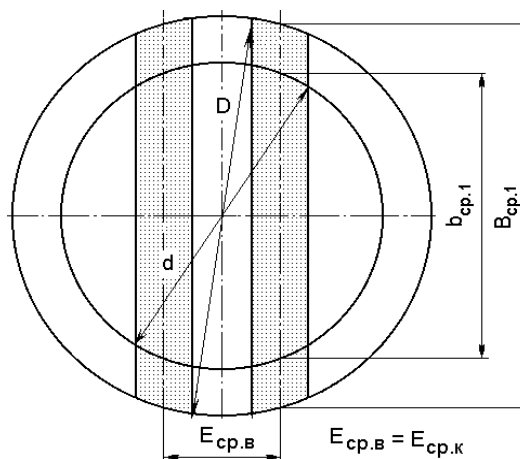


Рис. 3. Распиловка бревна параллельно продольной оси

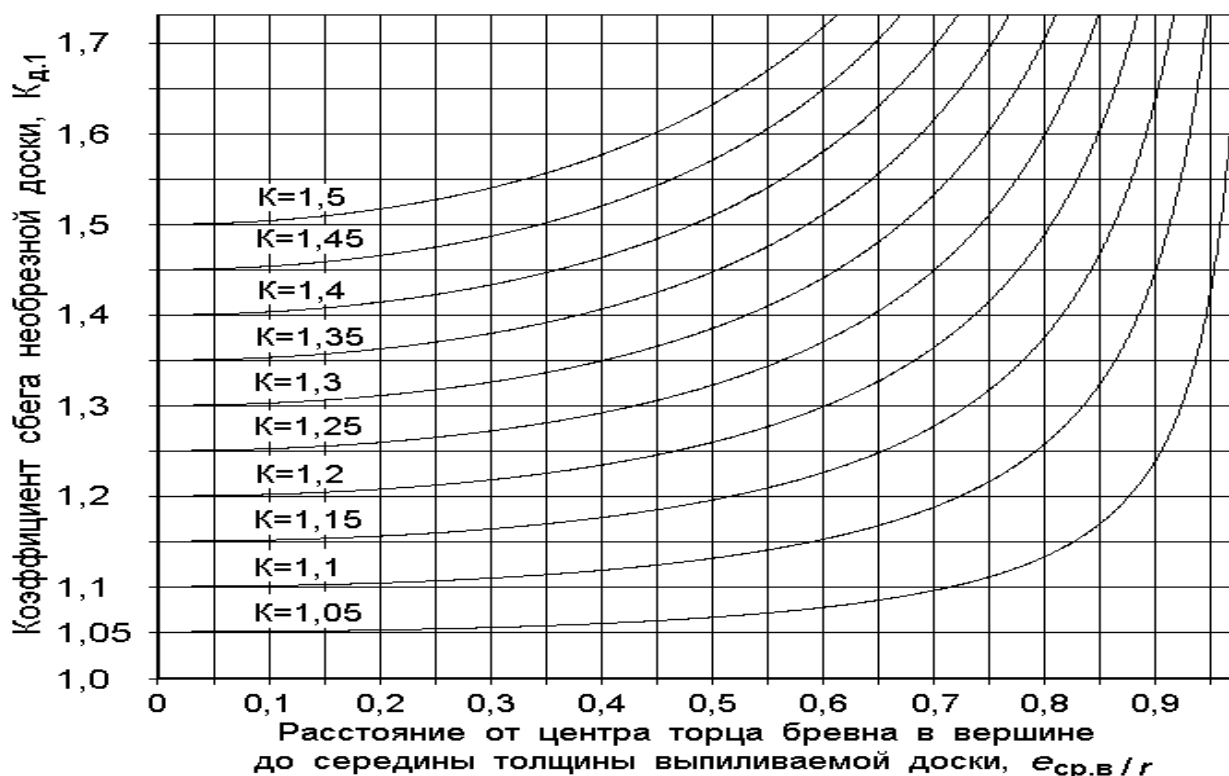


Рис. 4. Изменение коэффициентов сбега необрезных досок при распиловке бревен параллельно продольной оси

По аналогии с коэффициентом сбега бревна K , коэффициент сбега необрезной доски $K_{д.2}$, выпиливаемой способом раскроя **параллельно образующей** бревна (рис. 5) определим по следующей формуле:

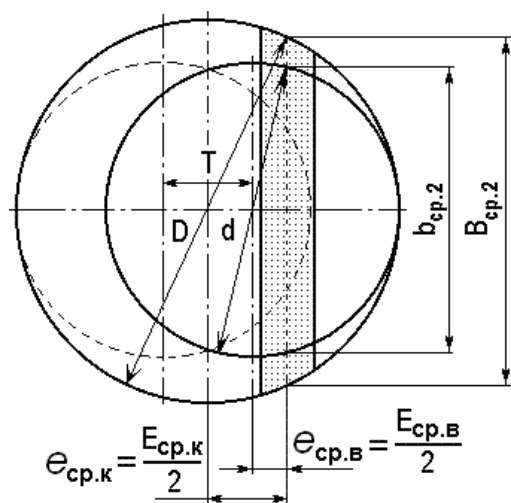


Рис. 5. Распиловка бревна (сегмента) параллельно образующей

ставе при распиловке вразвал каждой половины (сегмента) бревна параллельно образующей.

По графикам (рис. 4 и рис. 6) можно вести проверку произведенных вычислений.

Сравнить между собой коэффициенты сбега исходного бревна и коэффициенты сбега необрезных досок, выпиленных различными способами.

По проведенному анализу сделать соответствующие **выводы** о влиянии способа продольного раскроя бревен на величины коэффициентов сбега необрезных досок.

6. Расчет объемов необрезных досок, выпиленных из бревен с формой ствола усеченный параболоид:

Как было отмечено в разделе 2, объем необрезной доски можно высчитать по формуле $V_{н.о.} = ab_{cp}l$.

Вычислим объемы необрезных досок:

- при распиловке бревна параллельно его продольной оси

$$V_{н.о.1} = ab_{cp.1п.}l, \quad (36)$$

- при распиловке бревна параллельно его образующей

$$V_{н.о.2} = ab_{cp.2п.}l. \quad (37)$$

Сравнить и проанализировать результаты расчетов объемов необрезных досок, выпиленных различными способами.

Так как в наших примерах толщины и длины необрезных досок, выпиливаемых различными способами, соответственно равны, то возможные изменения объемов необрезных досок будут зависеть только от изменения их средних ширин.

$$K_{д.2} = \frac{B_{cp.2}}{b_{cp.2}}, \quad (34)$$

$$\text{или } K_{д.2} = \frac{\sqrt{K^2 - \left[\frac{e_{cp.в}}{r} + (K-1) \right]^2}}{\sqrt{1 - \left(\frac{e_{cp.в}}{r} \right)^2}}. \quad (35)$$

По формуле (35) построены графики (рис. 6) [2, 5] изменения коэффициента сбега досок $K_{д.2}$ от значений коэффициента сбега бревен (для значений $K = 1,05 \dots 1,5$) и от места расположения досок в по-

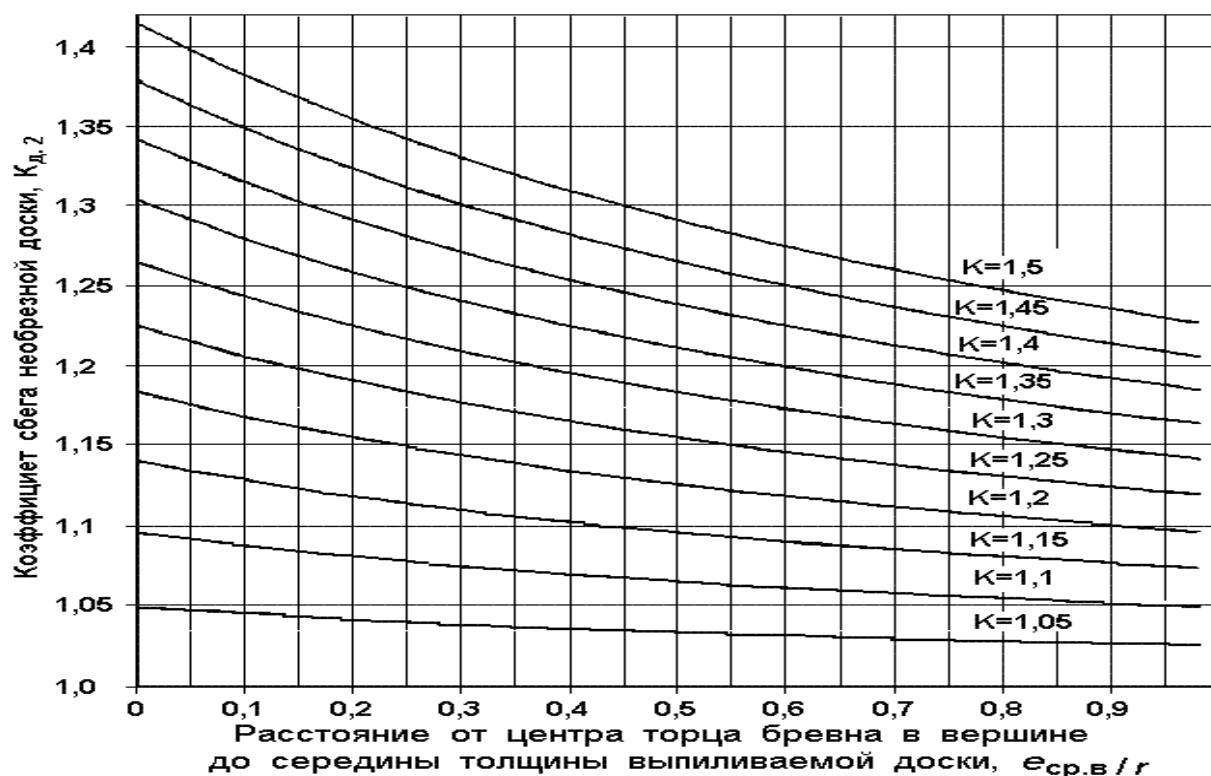


Рис. 6. Изменение коэффициентов сбега необрезных досок при распиловке бревен параллельно образующей

По результатам анализа сделать **выводы** о величинах объемов необрезных досок, выпиленных различными способами и о их связи с величинами коэффициентов сбега необрезных досок и коэффициентом сбега исходного бревна.

7. Расчет объема обрезной доски, выпиливаемой из необрезной.

При одинаковых параметрах бревен (диаметров в вершине, коэффициентов сбега), одинаковых толщинах необрезных досок и их расположении в вершинном торце бревна, объем выпиливаемых обрезных досок можно вычислить по формуле

$$V_{0.1} = V_{0.2} = ab_{\text{нар.верш.}}l, \quad (38)$$

где

$$b_{\text{нар.верш.}} = 2r \sqrt{1 - \left(\frac{e_{\text{нар.верш.}}}{r} \right)^2}. \quad (39)$$

8. Объемный выход (коэффициент объемного выхода) обрезных пиломатериалов, выпиливаемых из необрезных досок высчитывают по формуле

- при распиловке бревна параллельно его продольной оси
- $$\eta_1 = V_o / V_{\text{н.о.1}} = b_{\text{нар.верш.}} / b_{\text{ср.1п.}}, \quad (40)$$
- при распиловке бревна параллельно его образующей

$$\eta_2 = V_o / V_{н.о.2.} = b_{нар.верш.} / b_{ср.2п.}, \quad (41)$$

Сравнить и проанализировать результаты расчетов объемов обрезных досок, выпиленных из необрезных, полученных различными способами распиловки бревен.

По результатам анализа сделать **выводы** о выходе обрезных досок и связи полученных данных с коэффициентом сбега исходного бревна (а также с величиной сбега бревна, см/м), коэффициентом сбега необрезных досок (а также с величиной сбега необрезных досок, см/м) и способе продольного раскроя бревна.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

При продольном раскрое сегментов (противоположных боковых частей) бревна параллельно образующей (по сбегу) будет выпилено два горбыля и несколько пар необрезных досок, при этом из средней части бревна будет выпилена двухкантная клиновидная вырезка, т. е. средний клин, длина которого практически равна длине бревна, а ширина пропиленной в вершине пласти равна $b_{\text{кл}} \approx d$, где d - диаметр бревна в вершине;

Толщина среднего клина в комлевой части $T_{\text{кл}}$ [5] будет равна величине смещения геометрического центра комлевого торца бревна относительно центра вершинного торца при распиловке сегментов

$$T_{\text{кл}} = (D - d), \quad (1)$$

где D - диаметр бревна в комлевом торце;

K - коэффициент сбега бревна.

Ширину пропиленной пласти среднего клина в комлевом торце бревна $B_{\text{кл}}$ вычисляют по формуле

$$B_{\text{кл}} = d\sqrt{2K - 1}. \quad (2)$$

При продольном раскрое среднего клина будут выпилены обрезные клиновидные материалы, которые могут быть использованы, например, в деревообработке или в домостроении.

Задание для работы представлено в табл. 1.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫХОДА ОБРЕЗНОЙ ПИЛОПРОДУКЦИИ ПРИ РАСПИЛОВКЕ БРЕВЕН ПАРАЛЛЕЛЬНО ПРОДОЛЬНОЙ ОСИ И ПАРАЛЛЕЛЬНО ОБРАЗУЮЩЕЙ

Порядок выполнения работы

1. При расчетах форму бревен примем за усеченный параболоид, а их объем будем вычислять по соответствующей формуле. Необходимые для расчетов формулы (3) ... (8) представлены в табл. 1.

Исходные данные для проведения необходимых расчетов, сравнения оптимальных и стандартных размеров выпиливаемых досок, а также величин коэффициентов объемного выхода пиломатериалов будем заносить в таблицу, как показано *на примере заполнения* табл. 2, где представлены примеры расчета поставов на распиловку вразвал хвойных бревен параллельно продольной оси (постав 1) и параллельно образующей (постав 2).

Таблица 1 - Данные к вариантам заданий для расчетно-исследовательской работы № 2

Показатель			Ц и ф р а в з а ч е т н о й к н и ж к е									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
			З н а ч е н и е п о к а з а т е л я									
Порядковый номер цифр в зачетной книжке	1	Диаметр бревна в вершине, d , см	14	16	18	20	22	24	28	30	36	40
	2	Коэффициент сбега бревна, K	1,35	1,25	1,25	1,2	1,2	1,2	1,2	1,15	1,15	1,15
	3	Длина бревна, L , м	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
	4	Влажность выпиленных пиломатериалов, W , %	12	12	12	15	15	15	15	20	12	12
	5	Величина пропила, t , мм	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4
	Диаметр бревна в комле, D , см		$D = dK$, см,									

Таблица 2 - Пример заполнения ведомости составления и расчета поставов на распиловку бревен вразвал

$d = 18 \text{ см}; K = 1,222; D = 22 \text{ см}; L = 4 \text{ м}; c = 1 \text{ см/м}; t = 2 \text{ мм}; g = 0,1296 \text{ м}^3; W = 20 \text{ } \%; e_{\text{пиф.}} = 78,1 \text{ мм}; e_{\text{пред.1}} = 97,99 \text{ мм}.$												
Распиловка бревна параллельно продольной оси												
№ постава	Количество	Толщина, мм	Расход, мм	Расстояние до определяемой пласти доски, мм		Ширина доски, мм		Длина доски, м		Выход пилопродукции		Коэффициент сбега необрезной доски. Принять по графикам рис. 4 (13 с.) и рис. 6 (14 с.)
				от центра торца бревна в вершине	от края торца бревна в вершине	оптимальная	по стандарту			м ³	коэффициент объемного выхода	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2	44	46,4	46,4		154,23	150		4	0,05429 / 0,0528	0,4189 / 0,4074	1,237
	2	32	35,0	81,4		85,43	75	3,65	3,75	0,019952 / 0,018	0,1539 / 0,1389	1,424
Итого:										0,074242 / 0,0708	0,5728 / 0,5463	$K_{\text{кр}} = 1,389$
Распиловка бревна параллельно образующей $e_{\text{пред.2}} = 83,1 \text{ мм}.$												
2	2	44	46,4	46,4	43,6	154,23	150		4	0,05429 / 0,0528	0,4189 / 0,4074	1,163
	2	32	35,0	81,4	8,6	76,78	75		4	0,019657 / 0,0192	0,1517 / 0,1481	1,122
Итого:										0,073947 / 0,072	0,5706 / 0,5555	
Клин	6	25				34,8			4	/ 0,01044	/ 0,0805	
Всего:										/ 0,08244	/ 0,636	

2. Составление поставов на распиловку бревен **параллельно продольной оси** следует вести с помощью табл. 3 и графиков оптимальных толщин (рис. 1) [6], а расчет поставов – по номограмме **УЛТИ** (рис. 2) [6, 7].

3. Составление поставов на распиловку бревен **параллельно образующей** вести (на **такое же количество** необрезных досок, как и в первом поставе) с помощью графиков оптимальных толщин (рис. 3) [5, 8, 9], а расчет поставов – по графикам (рис. 4) [5].

4. Справочные данные по номинальным размерам толщин и ширин пиломатериалов по стандарту приведены в табл. 1 приложения 1, а по величинам усушки (по ГОСТ 6782.1 - 75) пилопродукции смешанной распиловки из древесины ели, сосны, кедра, пихты (кроме лиственницы) для конечной влажности от 5 до 37 %, мм, приведены в табл. 2 приложения 1.

5. В расчете поставов показать объем (табл. 2, столбец 11) и коэффициент объемного выхода (табл. 2, столбец 12) обрезных пиломатериалов основного постава при их оптимальных размерах, а также при размерах, соответствующих требованиям ГОСТ 24454-80 "Пиломатериалы хвойных пород. Размеры" (последнее показать **курсивом, подчеркиванием** или **выделением цветом**). Следует также указать коэффициенты сбega необрезных досок (табл. 2, столбец 13).

6. В поставе 2 показать также объем дополнительного выхода обрезной пилопродукции от распиловки среднего клина (табл. 2, вторая строка снизу, 11 столбец) и коэффициент его объемного выхода (табл. 2, вторая строка снизу, 12 столбец).

7. По каждому поставу в строке ИТОГО показать общий выход пилопродукции в м^3 при ее оптимальных и принятых стандартных размерах (табл. 2, столбец 11) и коэффициенты объемного выхода (табл. 2, столбец 12). Сравнить общий объемный выход обрезных пиломатериалов в основном поставе обоих способов раскроя бревен.

8. По поставу 2 в строке ВСЕГО показать общий выход пилопродукции в м^3 (табл. 2, столбец 11) и общий коэффициент объемного выхода (табл. 2, столбец 12).

9. Сравнить структуру поставов при распиловке бревен одинаковых размеров различными способами. Описать различия.

10. Сравнивая данные, полученные в двух способах раскроя, отметить и объяснить причину увеличения (или уменьшения) объемного выхода пилопродукции при переходе от оптимальных размеров ширин досок к стандартным.

Пояснить, в каких случаях возможен переход от оптимальной ширины доски в ближайший верхний стандартный размер и какое значение при этом может иметь тупой обзол и его допускаемый предел.

11. Сравнить толщину, ширину и длину самой крайней доски поставка в обоих способах. Пояснить, с чем связано различие.

12. Оценить величины коэффициентов сбег необрезных досок в поставках и выход из них обрезных (от объема бревна).

13. Составить укрупненный баланс раскря 10 тыс. м³ хвойного пиловочного сырья для каждого способа и вычислить их возможную экономическую эффективность, если:

- средняя стоимость хвойного пиловочника составляет 1600 руб. за м³;

- средняя стоимость хвойных пиломатериалов – 3500 руб. за 1 м³;

- коэффициент перевода плотного объема древесины в насыпной объем $\approx 2,5$;

- средняя стоимость насыпного объема технологической щепы – 400 руб. за 1 м³;

- средняя стоимость насыпного объема опилок – 40 руб. за 1 м³.

14. Данные количественного анализа и ценностного сравнения исследуемых способов раскря представить в графическом виде (диаграммы, графики).

15. Сделать общее заключение о преимуществах эффективного способа раскря.

Таблица 3 - Рекомендуемое количество досок при распиловке бревен вразвал параллельно их продольной оси

Диаметр, см	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
Количество досок	4	4; 6	6	6	6	6	6; 8	6; 8	8	8	8; 10	8; 10	10

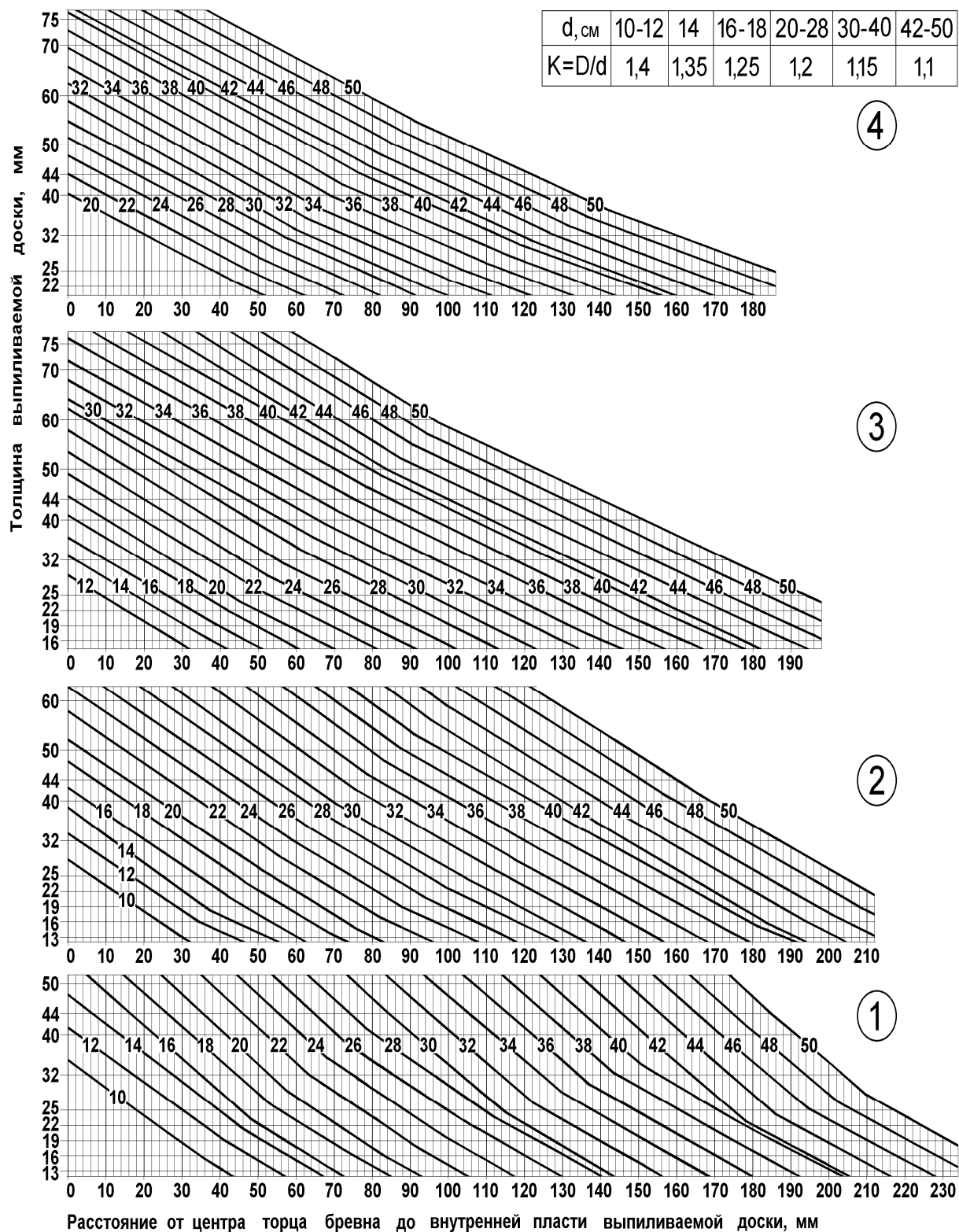


Рис. 1. Графики для составления поставок на распиловку бревен параллельно продольной оси

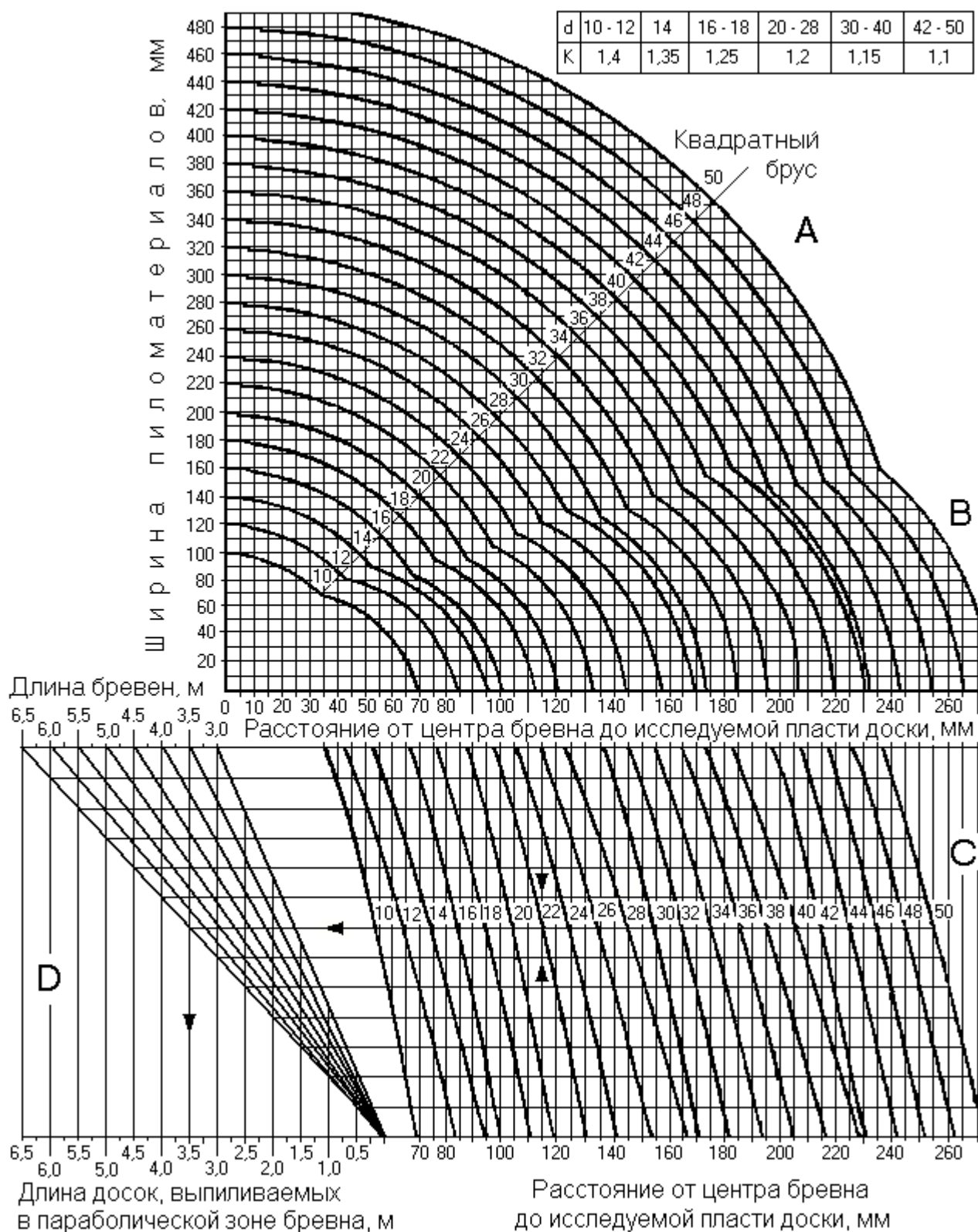


Рис. 2. Номограмма УЛТИ для расчета поставов при распиловке бревен параллельно их продольной оси

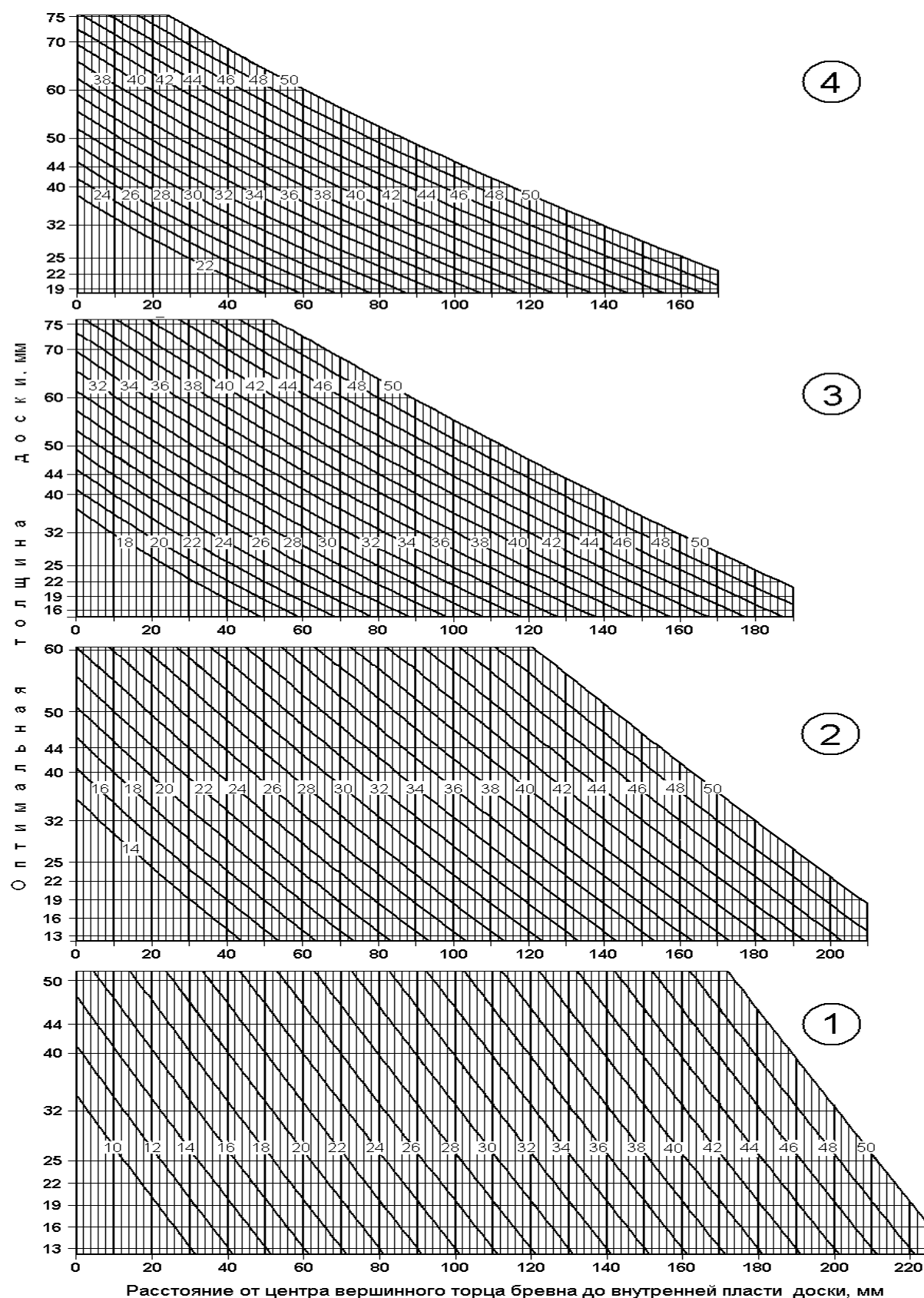


Рис. 3. Графики для составления поставов при распиловке бревен параллельно образующей

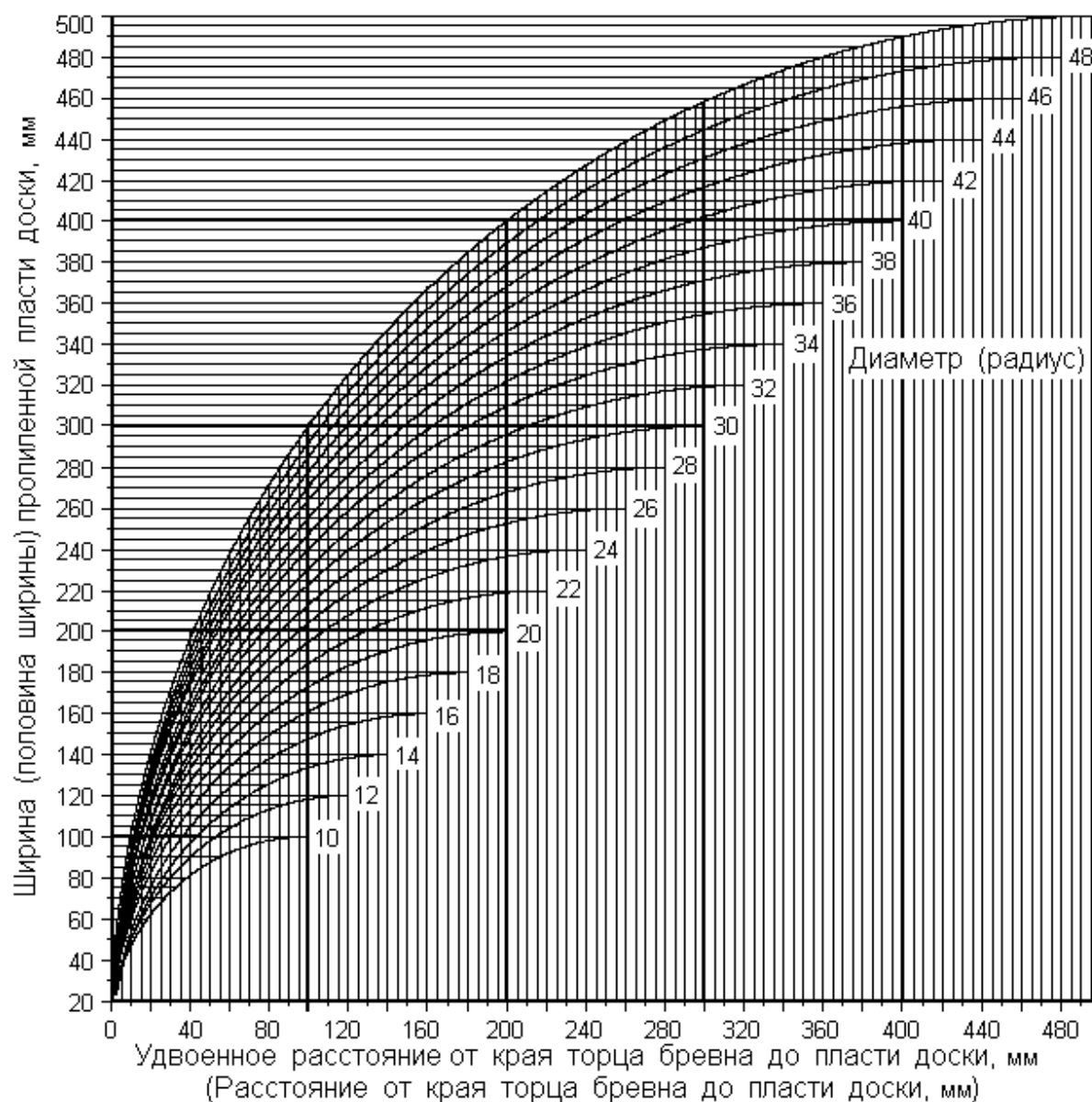


Рис. 4. Графики для определения оптимальных ширин досок при распиловке сегментов бревен параллельно образующей

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ РАСПИЛОВКИ БРЕВЕН ВРАЗВАЛ ПАРАЛЛЕЛЬНО ОБРАЗУЮЩЕЙ

Рациональные схемы раскроя сырья повышают общий коэффициент объемного выхода обрезной пилопродукции, уменьшают объем кусковых отходов. Это способствует бережному использованию лесных ресурсов государства.

Способ раскроя пиловочника оказывает значительное влияние на объемный выход пилопродукции, что необходимо учитывать в практике лесопиления при расчете баланса раскроя пиловочного сырья, выборе бревнопильного оборудования, а также оборудования для переработки кусковых отходов.

Проведенные выше исследования создают основу решения практических задач по рациональному раскрою бревен параллельно образующей на ленточнопильных и круглопильных станках.

Целью настоящей работы является разработка возможных технологических схем раскроя пиловочного сырья, позволяющих проводить распиловку бревен параллельно образующей.

Порядок выполнения работы

1. Дать эскизы возможных технологических схем распиловки бревен параллельно образующей с применением в качестве основных бревнопильных станков:

- лесопильных рам;
- ленточнопильных станков;
- круглопильных станков;
- фрезернопильного оборудования.

2. Сформулировать требования к основным базирующим и транспортным устройствам.

3. Перечислить другие существующие станки и транспортные средства, участвующие в технологическом процессе, а также необходимые (с Вашей точки зрения) к разработке устройства для установки в предлагаемых схемах раскроя; описать их назначение и основные требования, предъявляемые к ним.

Требования к оформлению отчетов о работе:

1. Работу выполняют на листах формата А 4.
2. Титульный лист оформляют по форме (Приложение 2).
3. Сшитую и аккуратно оформленную выполненную работу предъявляют преподавателю для защиты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анучин Н.П. Лесная таксация. - М.: Лесн. пром-сть. 1982. - 530 с.
2. Уласовец В.Г. Сравнительный анализ двух способов распиловки бревен на необрезные пиломатериалы // Деревообраб. пром-сть. - 2005. - № 1. - С. 5 - 7.
3. Уласовец В.Г. Теоретические основы распиловки бревен параллельно образующей // Тр. факультета МТД. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2005. - С. 4 - 13.
4. Уласовец В.Г. Влияние способов раскроя пиловочника на размеры и объем необрезных пиломатериалов // Тр. факультета МТД. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2005. - С. 14 - 31.
5. Уласовец В.Г. Распиловка бревен параллельно образующей: моногр. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2009. - 147 с.
6. Уласовец В.Г. Технологические основы производства пиломатериалов: учеб. пособие для вузов. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2002.-510 с.
7. Уласовец В.Г. Номограмма для определения оптимальных размеров досок при расчете поставов // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: матер. 4 -го междунар. Евразийского симпоз. - Екатеринбург: УГЛТУ, 29 сентября - 2 октября 2009. - С. 187-193.
8. Уласовец В.Г. Расчет оптимальных размеров пиломатериалов, получаемых при раскрое бревен параллельно образующей // Деревообраб. пром-сть. - 2005. - № 3. - С. 7 - 10.
9. Уласовец В.Г. Составление оптимальных и рациональных поставов при распиловке бревен параллельно образующей // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: матер. 6 -го междунар. Евразийского симпоз. - Екатеринбург: УГЛТУ, 17 - 20 мая 2011. - С. 190-197.

Приложение 1

Таблица 1 - Номинальные размеры толщины и ширины пиломатериалов, мм (по ГОСТ 24454 - 80)

Толщина, мм	Ш и р и н а, мм								
16	75	100	125	150					
19	75	100	125	150	175				
22	75	100	125	150	175	200	225		
25	75	100	125	150	175	200	225	250	275
32	75	100	125	150	175	200	225	250	275
40	75	100	125	150	175	200	225	250	275
44	75	100	125	150	175	200	225	250	275
50	75	100	125	150	175	200	225	250	275
60	75	100	125	150	175	200	225	250	275
75	75	100	125	150	175	200	225	250	275
100		100	125	150	175	200	225	250	275
125			125	150	175	200	225	250	
150				150	175	200	225	250	
175					175	200	225	250	
200						200	225	250	
250								250	
Для пиломатериалов длиной от 1 м и выше принимать градацию по длине 0,25 м.									

ГОСТ 8486 - 86 "Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия" распространяется на пиломатериалы хвойных пород, **определяет требования к качеству пиломатериалов**, предназначенных для использования в народном хозяйстве и на экспорт, но не распространяется на резонансные и авиационные пиломатериалы.

ГОСТ 24454 - 80 "Пиломатериалы хвойных пород. Размеры" распространяется на обрезные и необрезные пиломатериалы хвойных пород и **устанавливает требования к размерам пиломатериалов**, используемых для нужд народного хозяйства и экспорта. Стандарт не распространяется на резонансные и авиационные пиломатериалы, а также пиломатериалы хвойных пород черноморской сортировки.

Окончание прил. 1

Таблица 2 - Величины усушки (по ГОСТ 6782.1 - 75) пилопродукции смешанной распиловки из древесины ели, сосны, кедра, пихты (кроме лиственницы) для конечной влажности от 5 до 37 %, мм

Номинальная толщина и ширина, мм	Конечная влажность пилопродукции, %							
	5 -7	8-10	11-13	14-16	17-19	20-22	23-25	35-37
	Величина усушки пилопродукции, мм							
13	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,1
16	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,1
19	1,1	1,0	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,1
22	1,2	1,2	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,2
25	1,4	1,2	1,1	1,1	0,9	0,8	0,7	0,2
32	1,7	1,6	1,4	1,3	1,1	1,0	0,8	0,2
40	2,1	2,0	1,7	1,6	1,4	1,2	1,0	0,2
44	2,3	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	0,3
50	2,5	2,4	2,2	2,0	1,8	1,5	1,3	0,3
60	3,0	2,8	2,6	2,4	2,1	1,8	1,6	0,4
70	3,4	3,2	3,0	2,8	2,5	2,1	1,8	0,4
75	3,7	3,5	3,3	3,0	2,6	2,3	2,0	0,5
80	3,9	3,7	3,5	3,2	2,8	2,4	2,1	0,5
90	4,4	4,2	3,9	3,6	3,2	2,7	2,3	0,5
100	4,8	4,6	4,2	3,7	3,4	2,8	2,4	0,6
110	5,3	5,0	4,6	4,0	3,5	3,0	2,6	0,7
125	6,0	5,6	5,1	4,7	4,0	3,4	3,0	0,8
140	6,7	6,4	5,8	5,0	4,5	3,8	3,3	0,8
150	7,1	6,7	5,9	5,2	4,6	3,9	3,3	0,8
160	7,6	7,1	6,2	5,3	4,7	4,1	3,5	0,8
170	8,1	7,6	6,7	5,7	5,0	4,4	3,7	0,9
175	8,3	7,8	6,8	5,9	5,1	4,4	3,7	0,9
180	8,5	8,0	7,0	6,1	5,2	4,4	3,8	0,9
190	9,0	8,4	7,3	6,4	5,5	4,7	4,0	0,9
200	9,4	8,9	7,8	6,7	5,8	4,9	4,2	1,0
210	9,9	9,2	8,1	7,1	6,1	5,2	4,4	1,0
220	10,4	9,7	8,5	7,4	6,4	5,4	4,6	1,1
225	10,7	9,9	8,8	7,6	6,6	5,6	4,7	1,1
240	11,3	10,5	9,3	8,1	7,0	5,9	5,0	1,2
250	11,8	10,9	9,7	8,4	7,3	6,2	5,3	1,2
275	12,9	11,7	10,3	8,7	7,7	6,6	5,5	1,4
300	14,1	12,6	10,9	9,3	8,2	7,1	6,0	1,5

Приложение 2
Форма

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**ФГБОУ ВПО
"УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"**

КАФЕДРА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ

**МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЛЕСОПИЛЕНИЯ**

Расчетно-исследовательская работа по теме

.....
(наименование работы)
.....

Работа выполнена магистрантом

.....
(Фамилия И.О.)

Номер зачетной книжки

".....".....2013 г.

Работу принял

(Фамилия И.О. преподавателя)

".....".....2013 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Практическая работа № 1	4
Исследование влияния способов раскря бревен на размерные и объемные показатели выпиливаемых досок	6
Практическая работа № 2	17
Исследование выхода обрезной пилопродукции при распиловке бревен параллельно продольной оси и параллельно образующей ...	17
Практическая работа № 3.	
Разработка технологических схем распиловки бревен вразвал параллельно образующей	26
Приложение 1. Таблица 1. Номинальные размеры толщины и ширины пиломатериалов, мм (по ГОСТ 24454 - 80)	28
Окончание прил. 1. Таблица 2. Величины усушки (по ГОСТ 6782.1 - 75) пилопродукции смешанной распиловки из древесины ели, сосны, кедра, пихты (кроме лиственницы) для конечной влажности от 5 до 37 %, мм	29
Приложение 2. Форма	30